

Editorial note / *Nota editorial*

COASTAL DYNAMICS AND PROTECTION

Francisco Taveira-Pinto¹, Paulo Rosa-Santos¹ e Tiago Fazeres-Ferradosa¹

The complexity of coastal dynamics and the impact of anthropogenic actions on them remains a key topic of research towards the sustainable and integrated management of coastal zones. The Journal of Integrated Coastal Zone Management (JICZM) has been focusing on this subject for more than two decades, with a considerable number of manuscripts related to scientific breakthroughs and novel case studies on the topic. Taveira-Pinto *et al.* (2020a, 2020b, 2020c), Delgado and Riera (2020) and Lisboa and Fernandes (2015) present and summarise some recent contributions.

A deep understanding of coastal dynamics and the development and design of sustainable, low-impact protection interventions imply further insights on site-specific characterization studies, that can focus in more than just the coastal protection structure or its surrounding area. Additionally, the combined analysis of both hydrodynamic and morphodynamic processes is of utmost relevance to acquire the detailed knowledge necessary to deliver cost-effective solutions for coastal management. These aspects are extremely important in a variety of engineering works, namely in shoreline protection, ports' sediments disposal and re-location, among others.

Owing to the long track-record of the JICZM on coastal protection and hydro-morphodynamic studies, this issue brings a set of novel contributions, which focus on engineering research applied to coastal protection structures (Carvalho *et al.*, 2021), environmental impacts related to dredged sediments (Rosa and Freitas *et al.*, 2021) and coastal hydrodynamics (Evaristo *et al.*, 2021a and 2021b).

Concerning coastal protection studies, Carvalho *et al.* (2021) provides a combined experimental and numerical modelling study of a rubble-mound breakwater under the action of extreme oblique waves. Breakwaters' design and their behaviour under extreme events has been on the spotlight of Coastal Engineering research for more than 30 years (Allsop, 2014). However, the need to improve breakwaters' design under climate change scenarios has motivated, more recently, a considerable number of studies on these structures and their performance under extreme weather events, e.g. Radfar *et al.* (2021). Carvalho *et al.* (2021) have used OpenFOAM® to numerically simulate the hydrodynamics around a breakwater setup that was experimentally tested at the wave basin of Leibniz Universität Hannover (Germany) under different climate change conditions (e.g., sea level rise, wave steepnesses and directions). This work delivers insights on the modelling of such structures, which still remains to be thoroughly addressed in the literature, namely by analysing the effects of oblique incident waves on the breakwater's trunk and round head. Among other important aspects, Carvalho *et al.* (2021) concluded that although numerical results did not match exactly the experimental ones, the CFD model was able to determine properly the incident wave angle and a reasonable number of wave statistics.

¹ Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil, Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Grupo de Estruturas Hidráulicas e Energia do Mar.

Coastal protection works have a remarkable site-specific nature, given the fact that each location has its own hydro- and morphodynamics. This, in turn, plays a significant role in the structure's design and performance. Focusing on the importance of understanding local coastal dynamics, Evaristo *et al.* (2021a and 2021b) provide a numerical study on the hydrodynamics of Lobito's Bay (Angola). The study is presented into two parts: the first one addressing the tides climate (Evaristo *et al.*, 2021a) and the second one detailing the baroclinic flow (Evaristo *et al.*, 2021b). Lobito's Bay is an interesting coastal system separated from sea by a long and narrow sand protrusion, which is 300 m wide and 6 km long. In that region the in-land to sea flow comes mainly from the wastewater discharges from Lobito city and its port. The bay presents an average water depth of about 18 m and provides natural harbouring conditions. Therefore, Lobito's port is one of the most important coastal infrastructures of Western Africa. Using a fine mesh model for the interior of the bay coupled to a model with a smaller special resolution for the adjacent continental region, Evaristo *et al.* (2021a) applied a 2D vertically integrated model to calculate the tide flow. Evaristo *et al.* (2021b) have used a baroclinic 3D model to further derive the wind regime and the thermohaline stratification at the bay. The numerical analyses gave accurate results for the tide propagation, which was validated against in situ measurements. It was shown that the residual flow due to the tide was dominated by two large eddies, each one occupying nearly half of the bay's area, which have a vital role in the water's renewal. This study provides an interesting and comprehensive application of MOHID numerical model to obtain detailed descriptions of hydrodynamic conditions in coastal locations. Similar analysis can then be of great importance for many aspects of integrated coastal zone management, including coastal protection, ports' management or sedimentary studies.

Further related to these topics, Rosa and Freitas *et al.* (2021) provide a thorough review on the impacts of the techniques used to dredge sediments and in the subsequent disposal operations. The socioenvironmental impacts caused by the ocean disposal and the contained aquatic disposition techniques are systematically analysed. This review becomes useful in light of the rising concerns, showed by industrial and engineering stakeholders and governmental authorities, related to the several physical and chemical changes occurring in disposal locations, which further disturb the marine ecosystems. The analysis uses Santos estuary channel (Brazil) as a case study and reviews the impacts according to their degree of significance, which is based by the magnitude and importance indicators. The authors found that the level of contamination of the sediments is the major criterion for the selection of the disposal method. It was also observed that each disposal technique has different environmental implications for the estuarine/coastal communities. Depending on the technique, the fishing activities, the quality of life of coastal residents and the physical-chemical changes in local materials are seen to be the most affected aspects. The study indicates that the aquatic disposition technique has higher socioenvironmental impacts when compared to the ocean disposal technique. Additionally, Rosa and Freitas *et al.* (2021) highlight the growing importance of considering detailed analysis of the results of the environmental impact assessments in the definition of dredging plans for coastal regions.

The works compiled in the present issue provide a broad overview of coastal dynamics and protection research aspects, which are deemed to be useful for further development of integrated management strategies. Therefore, it intends to be a set of contributions on coastal engineering and science, whose importance keeps growing under the current scenarios of climate change and increasing anthropogenic pressures on coastal regions at both local and global scales.

DINÂMICA E PROTEÇÃO COSTEIRA

A complexidade da dinâmica costeira e o impacto das ações antropogénicas constituem um tema central da investigação no âmbito da gestão sustentável e integrada das zonas costeiras. A Revista Gestão Costeira Integrada (RGCI) tem-se concentrado neste tema há mais de duas décadas, tendo sido publicado um número considerável de artigos com contribuições científicas inovadoras e relevantes, abordando novos casos de estudo sobre esta temática. Importa referir, como exemplo, as contribuições recentes apresentadas em Taveira-Pinto et al. (2020a, 2020b, 2020c), Delgado e Riera (2020), Lisboa e Fernandes (2015).

A compreensão aprofundada da dinâmica costeira e a conceção e dimensionamento de intervenções de proteção sustentáveis e de baixo impacto implicam uma melhor compreensão e caracterização das condições específicas de cada local, que analisem mais do que apenas a estrutura de proteção costeira e área adjacente. Para além disso, a análise combinada dos processos hidrodinâmicos

e morfodinâmicos é de extrema relevância para obter o conhecimento necessário à definição e ao projeto de soluções de defesa e de gestão costeira eficientes. Estes aspetos são muito importantes para várias obras de engenharia, nomeadamente de proteção da costa, dragagem e realocação de sedimentos de bacias portuárias, entre outros.

Dando continuidade ao longo trajeto da RGCI nos domínios da proteção costeira e dos estudos hidro-morfodinâmicos, esta edição apresenta um conjunto de novas contribuições nas quais se destaca a investigação aplicada a estruturas de proteção costeira (Carvalho et al., 2021), a análise de impactos ambientais associados à dragagem de sedimentos (Rosa e Freitas et al., 2021) e a caracterização da hidrodinâmica costeira (Evaristo et al., 2021a e 2021b).

No tópico da proteção costeira, Carvalho et al. (2021) apresentam um trabalho que combina a utilização da modelação física e da modelação numérica no estudo de um quebramar de taludes sob a ação de condições de agitação marítima extremas e com incidência oblíqua. O dimensionamento e o comportamento dos quebramares sob a ação de eventos extremos é um tópico de investigação em Engenharia Costeira há mais de 30 anos (Allsop, 2014). No entanto, a necessidade de melhorar o projeto dos quebramares para cenários de mudanças climáticas motivou, recentemente, a realização de um número considerável de estudos sobre estas estruturas e sobre o seu desempenho perante eventos climáticos extremos, e.g., Radfar et al. (2021). Carvalho et al. (2021) utilizaram o OpenFOAM® para simular numericamente a hidrodinâmica em torno de um quebramar de taludes estudado experimentalmente no tanque de ondas da Leibniz Universität Hannover (Alemanha) para diferentes cenários de alterações climáticas (e.g., aumento do nível médio da água do mar, declividade e direção das ondas). Este trabalho apresenta desenvolvimentos num tema importante que ainda não se encontra muito aprofundado na literatura, nomeadamente no que respeita ao efeito da incidência oblíqua das ondas no tronco e na cabeça do quebramar. Entre outros aspetos relevantes, Carvalho et al. (2021) concluíram que embora os resultados numéricos não correspondessem exatamente aos experimentais, o modelo numérico de CFD foi capaz de determinar adequadamente o ângulo de incidência da onda e um número razoável de parâmetros de onda.

As características das obras de proteção costeira estão intrinsecamente ligadas às condições do local de implantação, visto que cada local possui a sua própria hidro- e morfodinâmica. Isso, por sua vez, desempenha um papel importante no dimensionamento e desempenho da estrutura. Atendendo à importância de compreender a dinâmica costeira local, Evaristo et al. (2021a e 2021b) realizaram um estudo numérico sobre a hidrodinâmica da Baía do Lobito (Angola). O estudo é apresentado em duas partes: a primeira abordando o clima de marés (Evaristo et al., 2021a) e a segunda detalhando o escoamento baroclínico (Evaristo et al., 2021b). A Baía do Lobito é um interessante sistema costeiro separado do mar por uma longa e estreita restinga, que tem 300 m de largura e 6 km de comprimento. Nessa região, o escoamento para o mar provém principalmente das descargas de águas residuais da cidade do Lobito e do seu porto. A baía apresenta uma profundidade média de água de cerca de 18 m e proporciona condições de abrigo naturais. Assim, o porto do Lobito é uma das infraestruturas costeiras mais importantes da África Austral. Usando um modelo de malha fina para o interior da baía, acoplado a um modelo de menor resolução espacial para a região continental adjacente, Evaristo et al. (2021a) aplicaram um modelo 2D integrado verticalmente para simular o escoamento da maré. Evaristo et al. (2021b) utilizaram um modelo 3D baroclínico para obter ainda o regime de ventos e a estratificação termohalina na baía. O estudo numérico conseguiu modelar com precisão a propagação da maré, e os resultados foram validados com medições *in situ*. Foi demonstrado que o escoamento residual devido à maré é dominado por dois grandes vórtices, cada um ocupando quase metade da área da baía e desempenhando um papel vital na renovação da massa de água do local. Este estudo fornece uma aplicação interessante e abrangente do modelo numérico MOHID para obter uma descrição detalhada das condições hidrodinâmicas em áreas costeiras. Este tipo de análise pode ser de grande importância para muitos aspetos da gestão integrada da zona costeira, incluindo proteção costeira, gestão de portos ou estudos sedimentares.

Ainda no âmbito destas temáticas, Rosa e Freitas et al. (2021) apresentam uma revisão completa sobre os impactos das técnicas de dragagem de sedimentos e operações de disposição. Os impactos socioambientais causados pela técnica de disposição oceânica e pela técnica de disposição aquática contida são sistematicamente analisados. Esta revisão torna-se útil à luz das preocupações crescentes, demonstradas por stakeholders da indústria e da engenharia e pelas autoridades governamentais, relacionadas com as várias alterações físicas e químicas que ocorrem nos locais de disposição, que perturbam ainda mais os ecossistemas marinhos. A análise usa o canal do estuário de Santos (Brasil) como caso de estudo e analisa os impactos de

acordo com seu grau de significância, que é baseado nos indicadores de magnitude e de importância. Os autores constataram que o nível de contaminação dos sedimentos é o principal critério para a seleção do método de disposição. Observou-se também que cada técnica tem implicações ambientais diferentes para as comunidades estuarinas/costeiras. Dependendo da técnica, as atividades pesqueiras, a qualidade de vida das populações que vivem no litoral e as alterações físico-químicas nos materiais locais são apontados como os aspectos mais afetados. O estudo indica que a técnica de disposição aquática tem maiores impactos socioambientais quando comparada com a técnica de disposição oceânica. Além disso, Rosa e Freitas et al. (2021) destacam a importância crescente de se considerar a análise detalhada das avaliações de impacto ambiental na definição dos planos de dragagem para as regiões costeiras.

Os trabalhos compilados neste número fornecem uma ampla visão geral da dinâmica costeira e de diferentes aspectos da investigação das atividades de proteção da costa, que são considerados úteis para o desenvolvimento de estratégias de gestão integrada. Pretende-se, portanto, que este número corresponda a um conjunto de contribuições para a engenharia e ciência costeira, cuja importância continua a aumentar face aos atuais cenários de alterações climáticas e de pressões antropogênicas crescentes sobre as regiões costeiras à escala local e global.

REFERENCES

- Allsop, N.W.H. (2014). Briefing: The breakwaters and coastal structures conference: what progress in 30 years? Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Maritime Engineering, 167 (3), pp. 111-115. DOI: 10.1680/maen.14.00016
- Carvalho, R. F., Santos, J., Ojeda, G., Beg, MD., Lopes, P., Fortes, J., Lara, J. (2021). Experimental and numerical simulations of oblique extreme wave conditions in front of a breakwater's trunk and round head. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (2), pp. 73-85. DOI: 10.5894/rgci-n294
- Delgado, J.D., Riera, R. (2020). Anthropogenic disturbances and conservation of coastal environments in an oceanic archipelago. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 20 (4), pp. 249-264. DOI: 10.5894/rgci-n267
- Evaristo, A., Neves, R., Pinto, L., Sobrinho, J. (2021). Hidrodinâmica da Baía do Lobito, Parte II – escoamento baroclínico. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (2), pp. 111-125. DOI: 10.5894/rgci-n407
- Evaristo, A., Neves, R., Pinto, L., Sobrinho, J. (2021). Hidrodinâmica da Baía do Lobito, Parte I – Correntes de maré. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (2), pp. 101-110. DOI: 10.5894/rgci-n406
- Lisboa, V., Fernandes, E. (2015). Anthropogenic influence on the sedimentary dynamics of a sand spit bar, Patos Lagoon Estuary, RS, Brazil. Journal of integrated Coastal Zone Management. Vol. 15 (1), pp. 35-46. DOI: 10.5894/rgci541
- Radfar, S., Shafieefar, M., Akbari, H., Galiatsatou, P.A., Mazyak, A.R. (2021). Design of a rubble mound breakwater under the combined effect of wave heights and water levels, under present and future climate conditions. Applied Ocean Research, 112, art. no. 102711. DOI: 10.1016/j.apor.2021.102711
- Rosa, L., Freitas, D. (2021). Environmental impacts analysis of ports disposed dredged sediments techniques. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 21 (2), pp. 87-99. DOI: 10.5894/rgci-n398
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazer-Ferradosa, F. (2020a). Integrated management and planning of coastal zones in CPLP – Part 1 [Gestão e planeamento integrado das zonas costeiras da CPLP – Parte 1]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 20 (2), pp. 85-87. DOI: 10.5894/rgci-n390
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazer-Ferradosa, F. (2020b). Integrated management and planning of coastal zones in CPLP – Part 2 [Gestão e planeamento integrado das zonas costeiras da CPLP – Parte 2]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 20 (3), pp. 157-160. DOI: 10.5894/rgci-n392
- Taveira-Pinto, F., Rosa-Santos, P., Fazer-Ferradosa, T. (2020c). Anthropogenic influences on integrated coastal zone management [Influências antropogênicas na gestão integrada da zona costeira]. Journal of Integrated Coastal Zone Management, 20 (4), pp. 215-217. DOI: 10.5894/rgci-n428